

BUDDLEJA CORDATA H.B.K. SSP. CORDATA (BUDDLEJACEAE):
PROPAGACIÓN Y ANATOMÍA DE LA MADERA

Silvia Romero Rangel*
Silvia Aguilar Rodríguez**
Ezequiel Carlos Rojas Zenteno*

*Botánica

**Unidad de Morfología y Función, Facultad
de Estudios Superiores Iztacala. UNAM

RESUMEN

Buddleja cordata ssp. *cordata* es una especie de distribución amplia en México. Este trabajo valoró su propagación y utilidad a través de aspectos macromorfológicos de la germinación, del desarrollo de plántulas y de las características anatómicas de su madera en individuos adultos. Se observó que las semillas tardaron en germinar de tres a cinco días y que el 91% germinaron a una temperatura de 22°C, 50% de humedad y con un fotoperiodo de 12 horas luz-12 horas oscuridad. Se describió la germinación y la morfología de las plántulas. El porcentaje de supervivencia, en condiciones de vivero, fue del 95%. La madera se consideró como buena para elaborar pulpa para papel debido a que sus fibras presentaron un bajo índice de rigidez y valores medianos de flexibilidad, características que se relacionan con una alta resistencia a la fuerza de tensión, de explosión, de rasgado y al paso del agua y del aire.

Palabras clave: propagación, Buddlejaceae, *Buddleja*, tepozán, anatomía de la madera.

ABSTRACT

Buddleja cordata ssp. *cordata* is a shrub or tree that is widespread in Mexico. This study evaluated its propagation and usefulness through macromorphological aspects of germination, seedling development and wood anatomical characteristics in mature individuals. Seeds took 3 to 5 days to germinate; 91% germinated at 22°C with 50% humidity and a photoperiod of 12 hours light-12 hours darkness. Germination and seedling morphology is described; 95% of seedlings survived under nursery conditions. Wood was considered appropriate to produce paper pulp: its fibers have a low rigidity index and medium flexibility values, characteristics associated with high resistance to tension force, explosion, tearing and the passage of water and air.

Key words: propagation, Buddlejaceae, *Buddleja*, tepozan, wood anatomy.

INTRODUCCIÓN

El género *Buddleja* está ampliamente distribuido en el mundo y comprende

alrededor de 100 especies arbóreas y arbustivas. El 50% de los taxa crece en el continente americano y en México existen aproximadamente 15 especies con algunos representantes de amplia distribución (Norman, 2000), por lo que representan un banco de germoplasma que puede ser empleado para diversos fines (De la Paz y Corral, 1980; Quintanar, De la Paz y Razo, 1996).

Buddleja cordata ssp. *cordata* comprende árboles y arbustos dioicos de uno a 20 m de alto; con ramillas tetragonales, densamente tomentoso-estrelladas en las ramas jóvenes; hojas con líneas estipulares, en ocasiones con estípulas foliosas; el peciolo mide de 1 a 7 cm de largo, limbo lanceolado, oblongo, ovado elíptico, de 5.5 a 24 cm de largo por 1.5 a 10.5 cm de ancho, ápice agudo, acuminado o largamente acuminado, margen entero, serrado, serrulado, irregularmente aserrulado o en ocasiones dentado, base obtusa, cuneada, cordada, truncada o raramente atenuado u oblicua, venación muy prominente en el envés, textura algo coriácea, pubescencia densa en el envés, formada de tricomas estrellados aplicados y tricomas estrellados muy laxos, grandes, candelabroiformes, de color blanco brillante, caduco con el tiempo; inflorescencia formada por grandes panículas terminales de (4) 14 a 25 (32) cm de largo, ramificadas por dos a cuatro veces y con brácteas en cada ramificación; flores con corola amarillenta, generalmente con un toque anaranjado en la garganta, campanuladas; cáliz tomentoso, de 1.5 a 3 mm de largo; corola de 3 a 4 mm de largo con cuatro lóbulos más largos que el tubo, oblongos y extendidos, imbricados en el botón, pubescentes interna y externamente; estambres subsésiles o con filamentos cortos y fuertes; ovario ovoide, estilo

conspicuo, estigma claviforme, muy ligeramente bilabiado; fruto ovoide-elipsoide de 2.5 a 6 mm de largo por 1.5 a 4 mm de diámetro, con dehiscencia septicida y loculicida, con numerosas semillas aladas, de 1 a 1.5 mm de largo por 0.2 a 0.4 mm de ancho (Norman, 2000; Rzedowski & Rzedowski, 2001) (Fig. 1).

Esta especie crece en bosques de *Quercus*, de coníferas, mesófilo de montaña y en vegetación secundaria, en donde se encuentra acompañando a la especie *Alnus acuminata* ssp. *glabrata* (Fern.) Furlo (Rzedowski, 1986) tolera condiciones de sequía, por lo que también se desarrolla en matorrales xerófilos y en suelos erosionados, en altitudes de 1500 a 3000 m s.n.m. Se distribuye desde el norte de México hasta Guatemala (Norman, 2000) (Fig. 2).

Buddleja cordata ssp. *cordata*, comúnmente llamada "Tepozán", es una especie de crecimiento rápido que se ha utilizado como planta ornamental (Martínez y Chacalo, 1994). En la medicina tradicional se tienen registros sobre su empleo para diversas enfermedades. Se le atribuyen propiedades analgésicas, eupépticas, diuréticas y antisépticas, además, se emplea en el tratamiento de cirrosis, como reparador de la bilis, del útero y ojos; también ayuda a sanar zonas afectadas por tumores y úlceras (Ortiz, 1996). Los estudios fitoquímicos de sus semillas, hojas, corteza y raíces han evidenciado sus propiedades bactericidas y amebicidas (Ordaz, 1996). En el campo forestal se le considera como una especie de crecimiento rápido y resistente a la contaminación (Martínez y Chacalo, 1994).

Los datos mencionados anteriormente son un indicador del potencial que *Buddleja*



Fig. 1. Morfología de *Buddleja cordata* ssp. *cordata*. a: Rama con inflorescencia. b: Flores.

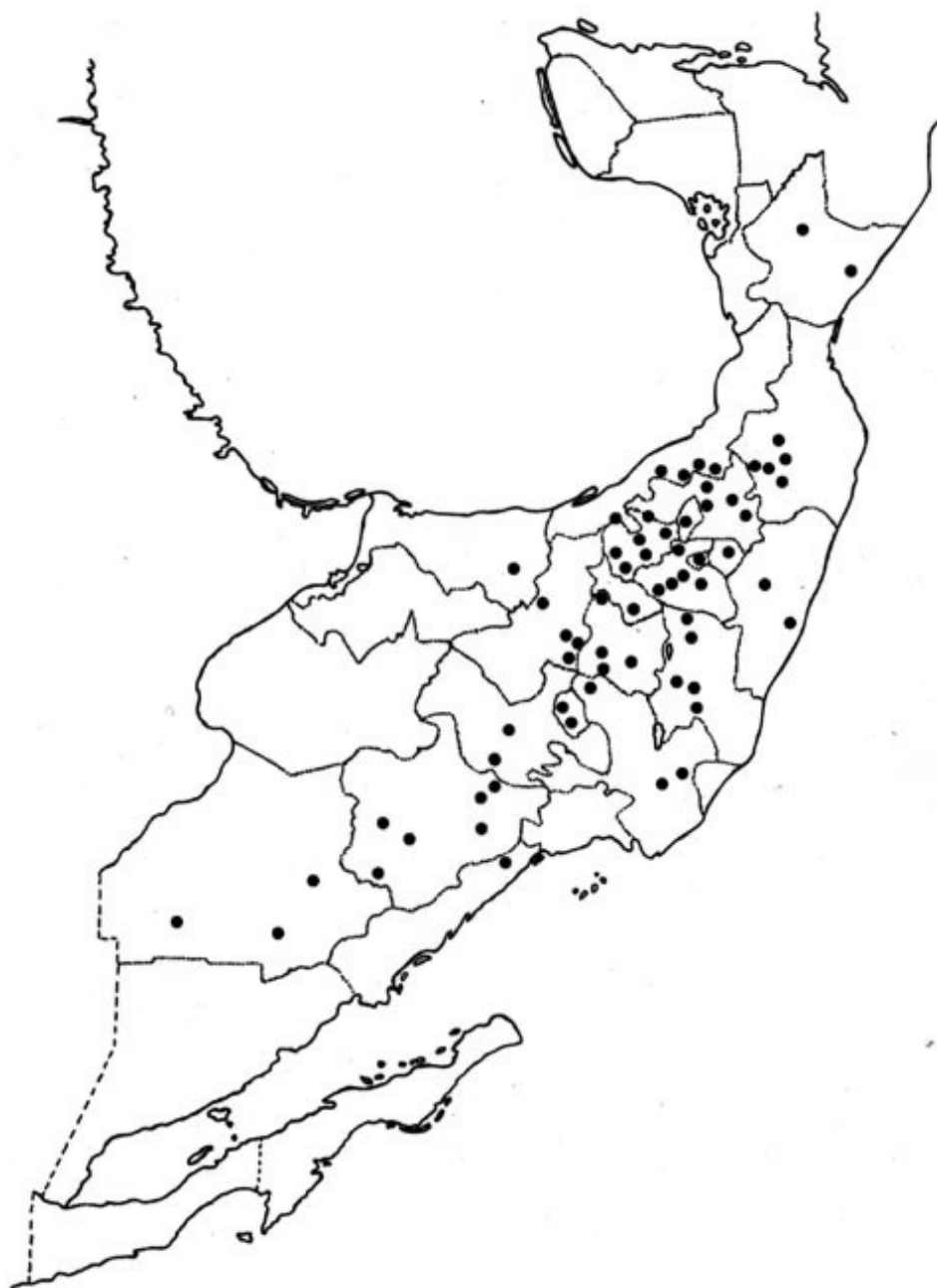


Fig. 2. Distribución geográfica en México de *Buddleja cordata* ssp. *cordata*.

cordata ssp. *cordata* representa; sin embargo, aspectos importantes de su biología se desconocen, tales como la germinación, desarrollo y morfología de las plántulas, así como los posibles usos que se le pueden dar a su madera. Debido a la importancia que tienen los estudios sobre propagación y anatomía de la madera de especies forestales leñosas, en este trabajo se determinó valorar la utilidad forestal de *Buddleja cordata* spp. *cordata* a través de la descripción de la germinación, del desarrollo de las plántulas y del estudio histológico del xilema secundario del tallo.

MATERIAL Y MÉTODO

Fueron recolectadas las semillas de 10 individuos adultos con alturas de 5 a 8 m de alto y tallos de 25 a 35 cm de diámetro, separados por más de 10 m en claros de un bosque de encino en el municipio de Villa del Carbón, Estado de México. Se mantuvieron almacenadas en refrigeración a 4°C durante tres meses con el fin de mantener su viabilidad hasta el momento de establecerse para su germinación.

Se establecieron 10 cajas de Petri con 50 semillas cada una sobre una base de papel filtro en las siguientes condiciones: temperatura 22°C, humedad 50% y fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad. Se registró diariamente el número de semillas germinadas. Bajo estas condiciones se observaron los tiempos de aparición y la morfología de la radícula, cotiledones y eófilas.

Otra muestra de 800 semillas se sembró una a una en recipientes con suelo de bosque de encino, sin ningún otro tratamiento previo, para medir la talla y realizar la descripción morfológica de las plántulas a los cua-

tro meses de edad. También se registró el porcentaje de sobrevivencia a los seis meses de edad en condiciones de vivero.

Para el estudio anatómico del xilema secundario en los tallos jóvenes de seis meses de edad, se realizaron cortes transversales a mano en la base de los mismos; se tiñeron con safranina-verde rápido (Johansen, 1940) y se montaron en resina sintética. Se obtuvo la relación entre la corteza, xilema secundario y médula para observar el grado de desarrollo del xilema secundario en los estados juveniles de los tallos.

Para el estudio anatómico del xilema secundario del tallo adulto se seleccionaron en el campo cinco árboles reproductivos, con un diámetro de 10 a 15 cm a la altura del pecho. De cada individuo seleccionado se obtuvo una muestra de madera del tronco principal a 1.30 m del suelo, que se preservó en una solución de glicerina-alcohol-agua (G:A:A:) en una proporción de 1:2:3 (Aguilar-Rodríguez, 1998).

De cada una de las muestras de madera se obtuvieron dos cubos de 1.5 cm de lado y se realizaron los cortes histológicos de 30 µm de grosor con un micrótopo de deslizamiento en los planos transversal, tangencial y radial, mismos que se tiñeron según la microtecnica convencional para madera. Para medir los elementos de vaso y fibras el material se ablandó y disoció utilizando la solución de Jeffrey (Johansen, 1940). Se cuantificaron y se describieron los caracteres anatómicos de la madera siguiendo las recomendaciones de la Asociación Internacional de los Anatomistas de la Madera (IAWA Committee, 1989). Se tomaron 25 medidas de cada carácter cuantitativo por

muestra. Estos caracteres fueron diámetro tangencial de los vasos, longitud de elementos de vaso y fibras, grosor de pared y diámetro total de las fibras; de cada uno se calcularon los valores de la media y su desviación estándar, así como el máximo y mínimo.

La descripción macroscópica de la madera se realizó de acuerdo con Tortorelli (1956) y el color se determinó de acuerdo a Munsell (1994).

Para determinar la calidad general de la pulpa para papel se calcularon los coeficientes de rigidez ($C.R. = 2w/D$), de flexibilidad ($C.F. = l/D$) y de Peteri ($I.E. = L/D$), así como la relación de Runkel ($R.R = 2w/l$); donde w = grosor de la pared de fibra, D = diámetro de la fibra, L = longitud de fibra, l = diámetro del lumen de la fibra (Tamolang y Wangard, 1961; Larios, 1979). Estos coeficientes e índice establecen las relaciones entre las dimensiones de las fibras indicando el tipo y calidad de papel que una madera puede producir (Tamarit, 1996). La calidad de la pulpa se obtuvo con base en la clasificación de la relación de Runkel (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de la relación de Runkel ($2w/l$) (Tamarit, 1996).

Grado	Rango	Clasificación
I	< 0.25	Excelente
II	0.25 - 0.50	Muy buena
III	0.50 - 1.0	Buena
IV	1.0 - 2.0	Regular
V	> 2.0	Mala

Se prepararon ejemplares para herbario de las plántulas y de los individuos adultos, mismos que se depositaron en el herbario (IZTA) de la Facultad de Estudios Superio-

res Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México. Las plántulas que se obtuvieron de la germinación continúan su crecimiento en el arboretum de la Reserva Natural Xochitla, Tepozotlán, Estado de México.

RESULTADOS

Las semillas germinaron entre el tercero y quinto día, emergiendo primeramente la radícula. Cuando aparece la radícula se observa un levantamiento de la semilla, aproximadamente de 45° ; posteriormente aparecen ramificaciones de la raíz en posición verticilada, muy cerca del cuello (aproximadamente a 0.2 mm). La radícula continúa su crecimiento hasta una longitud de 5-10 mm, momento en que aparecen los cotiledones y la cubierta seminal cae, posteriormente se observa que los cotiledones se elevan de la superficie. Desde la aparición de la radícula hasta este último evento transcurrieron dos días. Más tarde aparece el epicótilo y las eófilas, permaneciendo los cotiledones en el vástago (Figs. 3, 4 y 5). Del total de las semillas sembradas en cajas Petri, germinaron 467, representando el 91% de la muestra.

Las plántulas presentan radícula axonomorfa, de color blanco transparente; hipocotilo verde claro, glabro; dos cotiledones, opuestos, peciolados, foliáceos, crasos, glabros, de color verde, con el ápice agudo, de 24 mm de largo por 15 mm de ancho; epicotilo e hipocotilo verdes, se observa que en la base del hipocotilo sólo están presentes tricomas simples cortos y en dirección apical aparecen y aumenta la densidad de tricomas estrellados con estípites; hojas simples, verdes, opuestas, elípticas u ovadas, de 2-3 cm de largo y

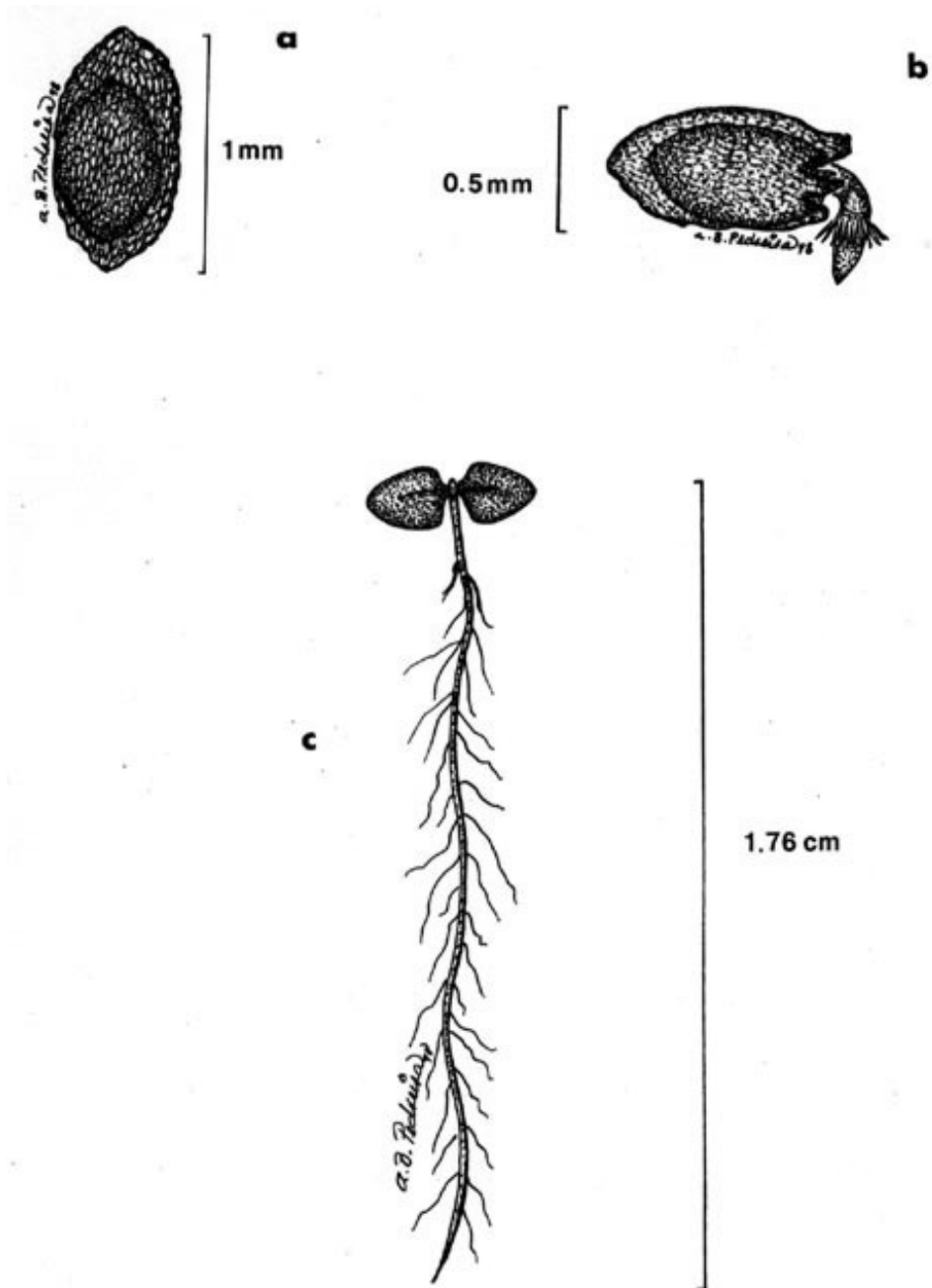


Fig. 3. Etapas de desarrollo a: Semilla. b: Semilla germinada. c: Plántula con cotiledones y raíz.

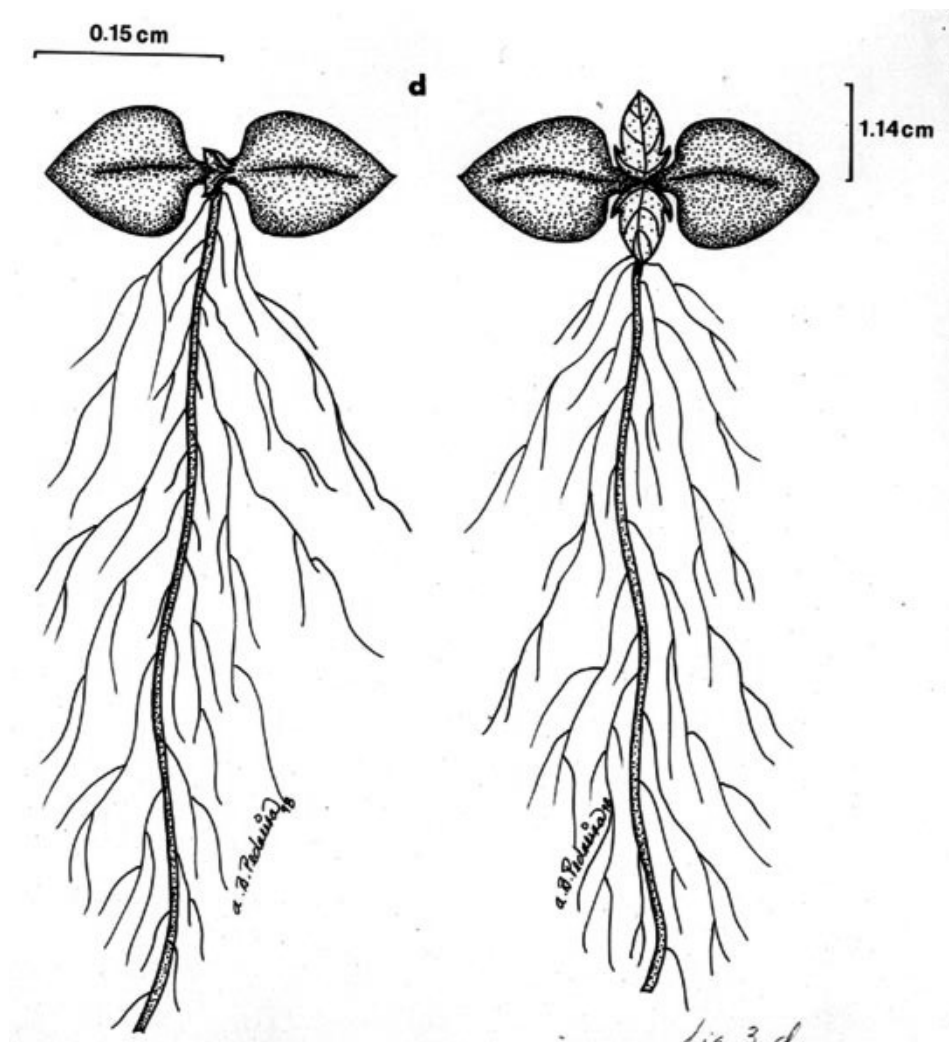


Fig. 4. Etapas de desarrollo. d: Plántulas con las eófilas en diferentes etapas de desarrollo.

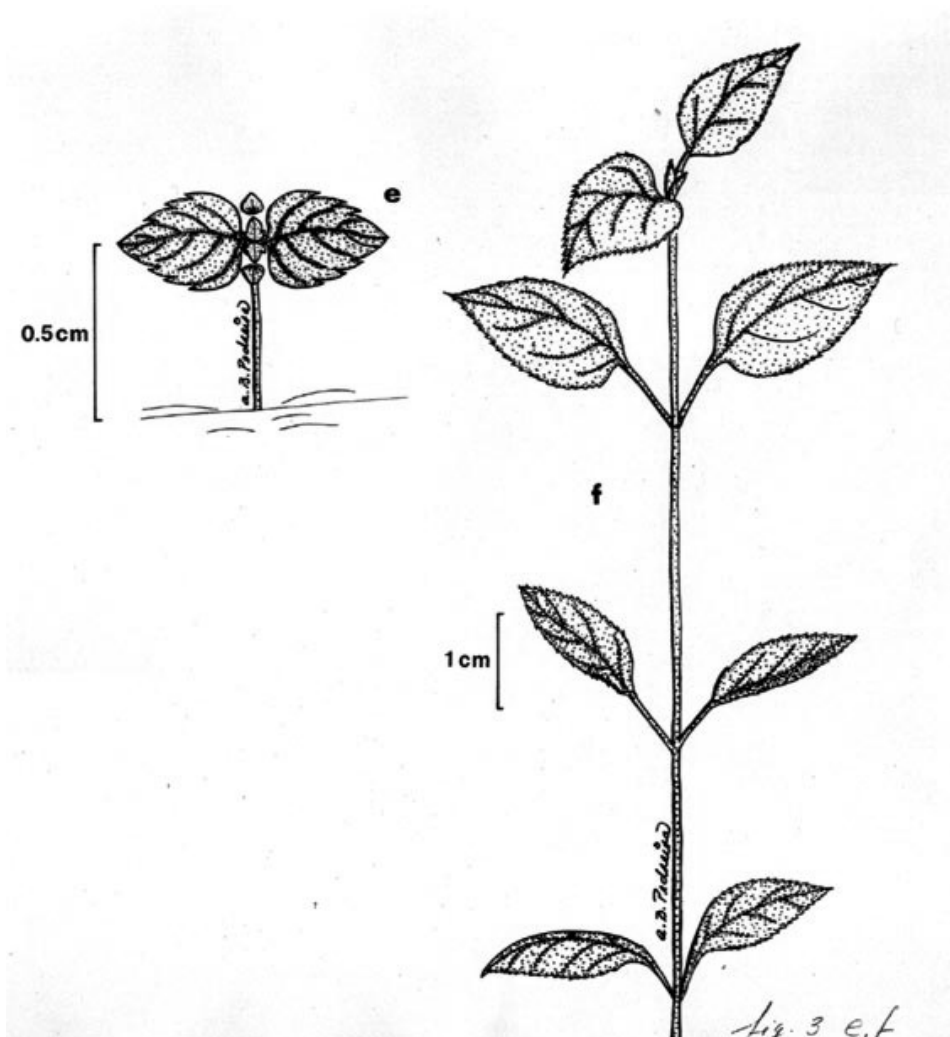


Fig. 5. Etapas de desarrollo. e: Plántula con eófilas maduras. f: Planta con varios pares de eófilas.

0.6-1.5 cm de ancho; ápice agudo, base atenuada, borde aserrado; superficie adaxial más oscura, hojas superiores con escasos tricomas simples y estrellado-estipitados, superficie abaxial más clara, con tricomas de los dos tipos, muy abundantes, las hojas inferiores son glabras, peciolo de 0.5 a 1 cm de largo (Fig. 5f). El porcentaje de supervivencia de las plantas en el vivero correspondió al 95% de las semillas germinadas.

La anatomía del tallo joven mostró que los individuos de seis meses de edad desarrollan abundante xilema secundario. En sección transversal se observa que la corteza secundaria fue la región que se presentó en menor proporción (8%), seguida de la médula (22%); el mayor desarrollo lo presentó el xilema secundario (70%) (Fig. 6a).

La madera de los árboles adultos muestra anillos de crecimiento que se delimitan en la madera tardía por hileras continuas de fibras con las paredes gruesas y lúmenes angostos. La porosidad es difusa a semianular; los vasos de contorno ovalado a ligeramente anguloso, en grupos radiales hasta de 10 (12) que forman racimos irregulares hasta de cuatro hileras radiales, algunos vasos solitarios, pequeños, con diámetro tangencial promedio de $30 \pm 6 \mu\text{m}$ en los angostos y de $50 \pm 9 \mu\text{m}$ en los vasos anchos (Fig. 6 b-c). Elementos de vaso media-

nos, con longitud promedio de $351 \pm 69 \mu\text{m}$ ($228-479 \mu\text{m}$); placas de perforación simples, con inclinación de $40-50^\circ$; punteaduras intervasculares alternas, con $8 \pm 0.7 \mu\text{m}$ de diámetro. Las fibras de tipo libriforme, algunas con un septo, medianas, delgadas, con longitud promedio de $900 \pm 134 \mu\text{m}$ ($786-1092 \mu\text{m}$); paredes delgadas con espesor de $2.4 \pm 0.4 \mu\text{m}$ y $14 \pm 2 \mu\text{m}$ de diámetro tangencial total, el diámetro del lumen celular de $9 \pm 2.4 \mu\text{m}$ (tabla 2). Parénquima axial de tipo paratraqueal escaso. Los radios heterogéneos tipo IIB (Kribs, 1935), pocos ($4-8/\text{mm}$); los radios uniseriados escasos con $2-6$ células de alto; los multiseriados con dos células de ancho y pocos con tres; altos (5 mm), formados por células procumbentes en el cuerpo y $1-2$ hileras de células erectas o cuadradas en los márgenes.

La madera de *Buddleja cordata* spp. *cordata* se caracteriza por tener un color café muy pálido (HUE 10YR8/2), en algunos individuos se forma duramen de color café (HUE 10YR4/3); sin olor ni sabor, poco lustrosa, textura fina y grano recto a ligeramente irregular; dureza mediana.

La tabla 2 muestra las medidas de las dimensiones de las fibras de *Buddleja cordata* spp. *cordata* y los valores calculados de los coeficientes y relación de Runkel, así como la clasificación que determina la calidad de la pulpa para papel.

Tabla 2. Dimensiones de las fibras, índices de calidad de pulpa y clasificación de calidad de pulpa de *Buddleja cordata* spp. *cordata*. L = longitud de fibra, D = diámetro de la fibra, l = diámetro del lumen de la fibra, w = grosor de la pared de fibra. C.R. = Coeficientes de rigidez, C.F. = Coeficiente de flexibilidad, I.E. = Índice de Peteri, R.R. = Relación de Runkel.

Fibras (μm)				Índice de calidad				Clasificación
L	D	l	w	C.R.	C.F.	I.E.	R.R.	
900	14	9	2.4	0.34	0.64	57	0.53	Buena

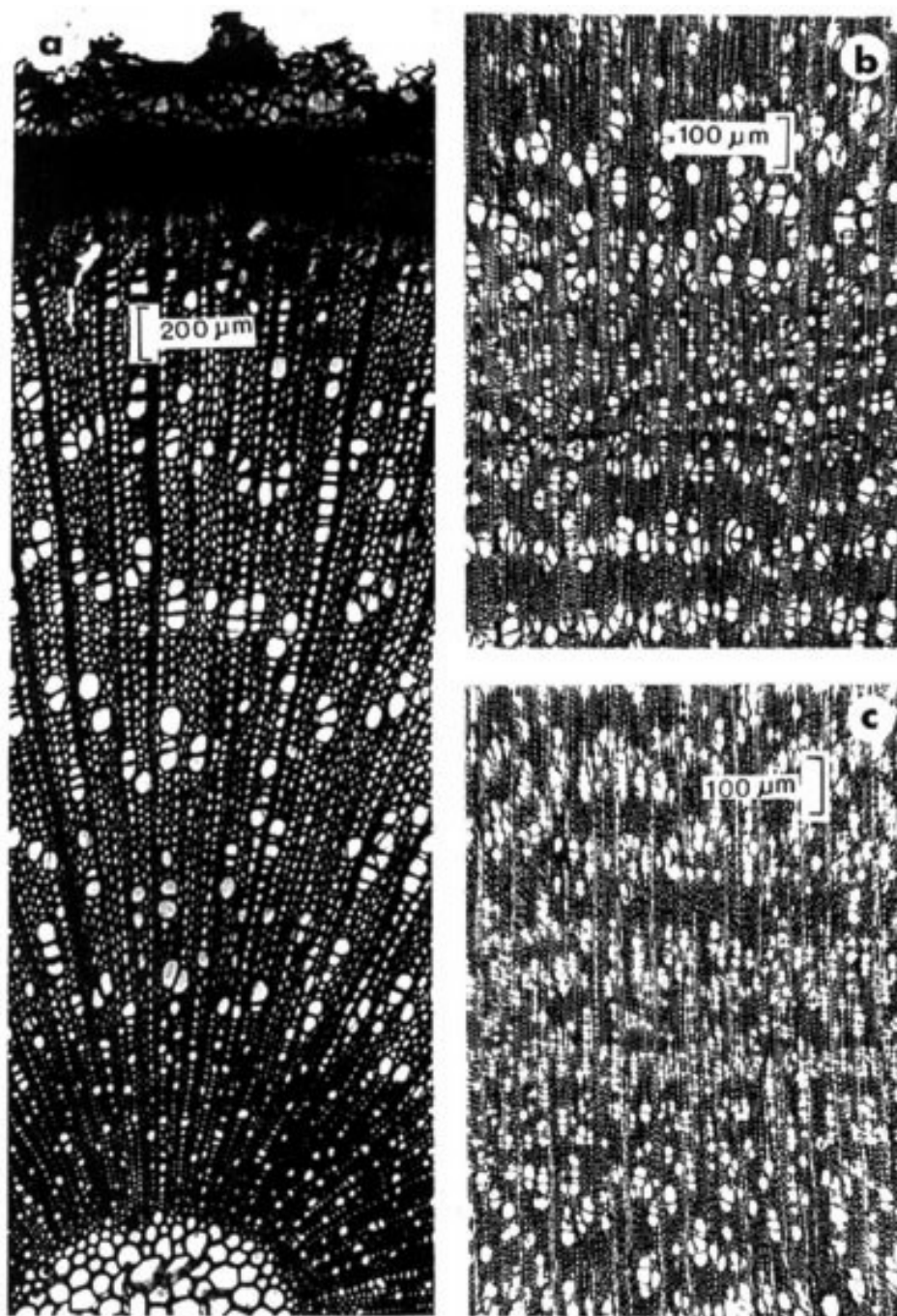


Fig. 6. Anatomía del tallo de *Buddleja cordata* ssp. *cordata*. a: Corte transversal del tallo joven con el xilema secundario bien desarrollado =200 µm. b: Porosidad anular =100 µm. c: Porosidad difusa=100 µm.

DISCUSIÓN

La propagación de *Buddleja cordata* spp. *cordata* resulta importante para la elaboración de papel, debido a que sus individuos tienen distribución geográfica amplia y a que habitan en lugares con condiciones ambientales muy diversas, incluso en aquellas francamente perturbadas; esto facilita la recolección de semillas con altas probabilidades de que los individuos obtenidos se adapten a las condiciones ambientales requeridas. Además, los resultados sobre la germinación indican que pueden tenerse porcentajes altos (98%) de semillas germinadas en pocos días (5) y que la sobrevivencia de las plántulas también es alta en vivero.

Descripciones anatómicas de tallos jóvenes de especies arbóreas son inexistentes en México. Generalmente los trabajos descriptivos del xilema secundario se enfocan al leño de individuos adultos (Panshin y de Zeeuw, 1980; Terrazas, 1988; Gregory, 1994). Sin embargo, el estudio realizado en *Carapa guianensis* reveló que tallos en etapas muy tempranas de crecimiento, de cuatro centímetros de diámetro, el 60% del volumen de la madera puede ser potencialmente utilizable para la fabricación de pulpa para papel y que el alto porcentaje de fibras encontrado en la madera juvenil de esta especie puede determinar la alta calidad de su madera (Bauch y Dünisch, 2000). Al igual que en *C. guianensis* en los tallos jóvenes de seis meses de edad de *Buddleja cordata* spp. *cordata* se observó una elevada proporción de fibras en el xilema secundario; además, las dimensiones de este tejido son mayores que las de la región medular y la corteza secundaria, por lo que esta especie podría ser empleada en la elabo-

ración de pulpa para papel desde etapas muy tempranas de desarrollo.

El conocimiento de la estructura del leño de árboles adultos es fundamental en los estudios tecnológicos y de producción, éste permite sugerir el uso correcto de las especies maderables. En individuos adultos de *Buddleja cordata* spp. *cordata* se puede observar que caracteres de la madera tales como vasos angostos, menores de 100 μm , parénquima axial escaso y radios poco abundantes y angostos proporcionan una madera homogénea de textura fina y veteado suave, semejante a las características mencionadas para *Buddleja parviflora* y *B. wrightii* (De la Paz y Corral, 1980; Quintanar, De la Paz y Razo, 1996). Sin embargo, a pesar de que los árboles de *B. cordata* spp. *cordata* pueden alcanzar alturas mayores a los 10 m en algunas zonas de alta precipitación (Aguilar-Rodríguez, 2001), sus tallos son sinuosos y se ramifican desde los 2 ó 3 metros, por lo que se sugiere que su madera sólo se emplee para la obtención de tableros pequeños con fines decorativos. Además, la alta proporción de fibras con paredes delgadas y parénquima escaso, el valor de la relación de Runkel que corresponde al grado III, las fibras con un bajo coeficiente de rigidez y los valores de flexibilidad y el coeficiente de Peteri medianos, sugieren que la madera de esta especie de tepozán podría proponerse también para la obtención de pulpa para papel de buena calidad. Se sugiere este uso debido a que al aumentar el diámetro del lumen de las fibras se presenta una reducción en el grosor de paredes y por lo tanto también en la rigidez, por lo que hay una tendencia a la unión entre fibras que reducen el volumen, propiciando una elevada densidad del papel. Estas características producen resistencia a la

tensión, de explosión, de rasgado, así como al paso del agua y aire (Tamarit, 1996). Las características del papel producido dependerá, en parte, de las diferentes mezclas que se realicen con otras maderas (Tamarit, 1996).

CONCLUSIÓN

Debido a que *Buddleja cordata* spp. *cordata* es una especie con bajos requerimientos, de fácil germinación y crecimiento y a que las características del xilema secundario sugieren su uso con fines decorativos y para la obtención de papel de buena calidad, se sugiere que esta especie pueda ser cultivada con estos fines.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la doctora Teresa Terrazas Salgado, del Programa de Botánica del Colegio de Posgraduados, por la revisión del manuscrito y las sugerencias que tan acertadamente realizó para mejorar el mismo. A la bióloga Adriana Bernal Pedreira por la elaboración de los dibujos y mapa que ilustran este trabajo.

LITERATURA CITADA

Aguilar Rodríguez, S., 1998. "Técnicas de laboratorio para el estudio de las embriofitas". En: D. Tejero-Díez y M. del P. Granillo-Velázquez eds. *Plantae. Introducción al estudio de plantas con embrión*. Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. México. 249-272 pp.

Aguilar Rodríguez, S., 2001. "Anatomía de la madera de *Buddleja* L y B. *cordata* H.B.K. (Buddlejaceae): un enfoque ecológico-filogenético". Tesis de doctorado. Colegio de Posgraduados Montecillo, Texcoco, México. 131 pp.

Bauch, J. y O. Dünisch, 2000. "Comparison of growth dynamics and wood characteristics of plantation-grown and primary forest *Carapa guianensis* in Central Amazonia". *International Association of Wood Anatomists Journal*, 21(3): 321-333.

De la Paz P., O., C. y G. Corral L., 1980. "Estudio anatómico de la madera de 11 especies de angiospermas". *Boletín Técnico del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales*. núm. 64. 80 pp.

Gómez, V., 1992. "Tradición y trabajo en la industria forestal". *Industria, Órgano Informativo*. Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, 4: 27-31.

Gregory, M., 1994. "Bibliography of systematic wood anatomy of dicotyledons". *International Association of Wood Anatomists Journal*, Supplement I. 265 pp.

Houghton, P., 1984. "Ethnopharmacology of some *Buddleja* species". *Journal of Ethnopharmacology*, 11: 293-308.

IAWA Committee, 1989. "International Association of Wood Anatomists list of microscopic features for hardwood identification". *International Association of Wood Anatomists, Bulletin new series*, 10: 219-332.

- Johansen, J., 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Co. New York.
- Kribs, D.A., 1937. "Salient lines of structural specialization in wood parenchyma of dicotyledons". Bulletin of the Torrey Botanical Club, 64: 177-186.
- Larios, S. P., 1979. "Índices de calidad de pulpas de dos coníferas". Tesis licenciatura. Departamento de Bosques. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 68 pp.
- Luna, O. T., 1983. "Determinación de los índices de calidad de las pulpas de 29 maderas tropicales de Chiapas". Tesis licenciatura. UNAM, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. México. 54 pp.
- Martínez, G. y A. Chacalo, 1994. "Los árboles de la Ciudad de México". Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. 351 pp.
- Mass, P.J., 1977. "Los encinos como fuente de potencial de madera para celulosa y papel en México". Ciencia Forestal, 3(9): 39-58.
- Norman, M., 2000. "Buddlejaceae". In: J.L. Luteyn, M. Flagler Cary y S. Rob Gradstein, eds. Flora Neotropica. Monograph 81. The New York Botanical Garden. Bronx. New York. 225 pp.
- Munsell, Color Co., 1994. Munsell soil color charts. New York. 14 pp.
- Ordaz, P., 1996. "Evaluación in vitro de la actividad amebicida de compuestos obtenidos de *Buddleia cordata* sobre varias especies de *Acanthamoeba*, *Hartmannella* y *Vahlkampfi*". Tesis licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, Estado de México. 59 pp.
- Ortiz, Z., 1996. "Actividad antibacteriana de la raíz de *Buddleia cordata*". Tesis licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, Estado de México. 75 pp.
- Panshin, A. J. y C. De Zeeuw, 1980. Textbook of wood technology. I. Structure, identification, uses, and properties of the commercial woods of the United States and Canada, 4th ed. McGraw-Hill, New York. 722 p.
- Quintanar, A., C. De la Paz P., I. de la Cruz L. y D. Razo, 1996. "Anatomía de la madera de ocho especies de angiospermas de clima templado". Boletín de la Sociedad Botánica de México, 58: 5-14.
- Rzedowski, G., J. Rzedowski y colaboradores, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª. ed. Instituto de Ecología A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán. México. pp. 546-550.
- Tamarit, U.J.C., 1996. "Determinación de los índices de calidad de pulpa para papel de 132 maderas latifoliadas". Madera y Bosques, 2 (2):29-41.
- Tamolang, F. N. y F. F. Wangaard, 1961. "Relationships between hardwood fiber characteristics and pulp- sheet properties". Tappi, 44(3): 201-216.

Terrazas, T., 1988. "Síntesis histórica de los estudios de la anatomía de la madera en México". *Agrociencia*, 71: 43-58.

Tortorelli, L., 1956. *Maderas y bosques argentinos*. ACME. Buenos Aires, 910 pp.